



Клинический случай
УДК 616.718.5/6-001.45-089.84
<https://doi.org/10.17816/2311-2905-17532>



Применение искусственной деформации при лечении раненого с дефектом мягких тканей и костей голени: клинический случай

В.В. Хоминец, С.В. Михайлов, А.В. Шукин, Е.Б. Нагорный,
С.Е. Жумагазиев, Д.Р. Цой

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Министерства обороны России,
г. Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Актуальность. Проблема лечения раненых с дефектом мягких тканей и костей конечностей продолжает сохранять свою актуальность. Одним из способов закрытия мягкотканых дефектов, особенно при потере костной ткани, у пациентов с открытыми переломами костей конечностей является острое укорочение и создание искусственной угловой деформации сегмента.

Цель — на клиническом примере показать возможности применения техники острого укорочения и ангуляции сегмента для закрытия дефектов мягких тканей и кости при лечении пациента с огнестрельным ранением голени.

Описание клинического случая. Раненый 30 лет поступил в клинику с обширным дефектом мягких тканей и костей голени в средней трети. С целью уменьшения размеров раны выполнены острое укорочение и ангуляция голени. Преднамеренная угловая деформация голени составила 24° , укорочение — до 8 см. После закрытия остаточного раневого дефекта мягких тканей местными тканями и расщепленным кожным аутооттрансплантатом выполнена фиксация большеберцовой кости шарнирно-дистракционным аппаратом Илизарова с последующей постепенной коррекцией угловой деформации, на следующем этапе — остеотомия большеберцовой кости с целью устранения укорочения методом Илизарова (темп дистракции 1 мм в сутки). После восстановления длины голени с целью замещения дефекта по передней поверхности большеберцовой кости выполнено формирование краевого «отщеп» от перемещенного фрагмента. При контрольном осмотре через 18 мес. после ранения пациент ходит с полной нагрузкой на травмированную конечность без дополнительных средств опоры, продолжает исполнять обязанности военной службы в соответствии с занимаемой должностью.

Заключение. Острое укорочение сегмента конечности с формированием искусственной угловой деформации является эффективной методикой для временного закрытия огнестрельного дефекта мягких тканей, позволяющей закрыть критический мягкотканый дефект голени, восстановить анатомию (длину) сегмента и, как следствие, добиться удовлетворительных результатов лечения и восстановления функций поврежденной конечности. Кроме того, техника острого временного укорочения исключает потребность в технически сложных и длительных микрохирургических реконструкциях, связанных с перемещением лоскута для закрытия дефектов мягких тканей в области огнестрельного перелома.

Ключевые слова: огнестрельные переломы, дефекты мягких тканей, дефекты кости, острое укорочение, ангуляция, внешний остеосинтез, органосохраняющие операции.

Для цитирования: Хоминец В.В., Михайлов С.В., Шукин А.В., Нагорный Е.Б., Жумагазиев С.Е., Цой Д.Р. Применение искусственной деформации при лечении раненого с дефектом мягких тканей и костей голени: клинический случай. *Травматология и ортопедия России*. 2024;30(3):85-94. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17532>.

✉ Жумагазиев Саян Елемесевич; e-mail: shumagasiev@mail.ru

Рукопись получена: 26.04.2024. Рукопись одобрена: 20.05.2024. Статья опубликована онлайн: 29.08.2024.

© Хоминец В.В., Михайлов С.В., Шукин А.В., Нагорный Е.Б., Жумагазиев С.Е., Цой Д.Р., 2024

Case report

<https://doi.org/10.17816/2311-2905-17532>

Artificial Deformity Creation in Treatment of Soft Tissue Wounds and Lower Leg Bones Defect: A Case Report

Vladimir V. Khominets, Sergey V. Mikhailov, Alexey V. Shchukin, Evgenii B. Nagornyi, Sayan E. Zhumagaziev, Danil R. Tsoy

Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia

Abstract

Background. The problem of treating wounded patients with defects of soft tissues and bones of the extremities continues to be relevant. One of the ways to close soft tissue defects, especially in case of bone tissue loss, after open fractures of the extremities is acute shortening and creation of artificial angular deformity of the segment.

The aim of the study – to demonstrate the possibilities of acute shortening and angulation of the segment as a technique to replace soft tissue and bone defects in treatment of a patient with a gunshot wound to the lower leg.

Case description. A 30-year-old wounded man was admitted to the clinic with an extensive defect in soft tissues and bones of the lower leg in the middle third. To reduce the wound size, acute shortening and angulation of the lower leg was performed. The intentional angular deformation was 24°, shortening – up to 8 cm. The residual soft tissue wound defect was closed with local tissues and split skin autograft. The tibia was fixed by the Ilizarov hinge-distraction apparatus with following gradual correction of the angular deformity. After that, one performed osteotomy of the tibia in order to eliminate shortening with the Ilizarov method (the distraction rate of 1 mm per day). After restoring the length of the lower leg, in order to replace the defect along the anterior surface of the tibia, a marginal “flake” was formed from a displaced fragment. At a follow-up examination, in 18 months after the injury the patient walks with full weight bearing on the injured limb without any additional means of support, continues to perform military service duties in accordance with his position.

Conclusions. The presented clinical case demonstrates that acute shortening of a limb segment with creation of artificial angular deformity is an effective method for temporary closure of a gunshot defect of soft tissues. The technique allowed closing critical soft tissue defect of the lower leg and restoring the anatomy (length) of the segment. Consequently, one was able to achieve satisfactory treatment results and restore the functions of an injured limb. Besides, acute temporary shortening technique eliminated the need to perform technically sophisticated and lengthy microsurgical reconstructions, which are associated with a flap replacement for closure of soft tissue defects in a shotgun fracture area.

Keywords: gunshot fractures, soft tissues defects, bone defects, acute shortening, angulation, external fixation, limb salvage surgery.

Cite as: Khominets V.V., Mikhailov S.V., Shchukin A.V., Nagornyi E.B., Zhumagaziev S.E., Tsoy D.R. Artificial Deformity Creation in Treatment of Soft Tissue Wounds and Lower Leg Bones Defect: A Case Report. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2024;30(3):85-94. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17532>.

✉ *Sayan E. Zhumagaziev*; e-mail: shumagasiev@mail.ru

Submitted: 26.04.2024. Accepted: 20.05.2024. Published Online: 29.08.2024.

© Khominets V.V., Mikhailov S.V., Shchukin A.V., Nagornyi E.B., Zhumagaziev S.E., Tsoy D.R., 2024

ВВЕДЕНИЕ

В структуре боевых повреждений огнестрельные ранения конечностей составляют более 70%, из них 40% — это оскольчатые переломы длинных костей [1]. Выделяют первичные и вторичные дефекты мягких тканей и костей при огнестрельных переломах. Первичные возникают при прямом повреждающем действии ранящего снаряда, а вторичные — вследствие выполнения первичной или вторичной хирургической обработки [1, 2]. Основными методиками замещения дефектов мягких тканей являются различные варианты пластики как в свободном, так и в несвободном вариантах [3, 4].

Характер современных ранений в сравнении с предыдущими военными конфликтами изменился. Особенности боевой хирургической травмы опорно-двигательного аппарата в настоящее время являются высокая частота возникновения первичных обширных дефектов мягких тканей и костей, повреждений кровеносных сосудов и нервов, отрывов и разрушений сегментов конечностей. Кроме того, отмечается увеличение количества множественных и сочетанных ранений [5, 6].

По данным литературы, одним из способов закрытия дефектов мягких тканей, особенно сочетающихся с потерей костной ткани, при открытых переломах костей конечностей является острое укорочение и создание угловой искусственной деформации сегмента [7, 8]. После коррекции угловой деформации последующее восстановление длины и формы сегмента, как правило, обеспечивается за счет дистракционного остеогенеза по Илизарову [9, 10]. В литературе имеются единичные сообщения о результатах применения методики острого укорочения и ангуляции у пациентов с огнестрельными дефектами мягких тканей и костей конечностей [10, 11].

Цель исследования — показать возможности применения техники острого укорочения и ангуляции сегмента для замещения дефектов мягких тканей и кости при лечении пациента с огнестрельным ранением голени.

Описание клинического наблюдения

Военнослужащий 30 лет в мае 2022 г. получил огнестрельное осколочное ранение правой голени с огнестрельным дефектом костей в средней трети, повреждением передней большеберцовой артерии, малоберцового нерва, малоберцовых мышц и сухожилий разгибателей пальцев стопы. На месте получения ранения пациенту были выполнены первичная хирургическая обработка (ПХО) раны

голени, перевязка передней большеберцовой артерии, фиксация большеберцовой кости лечебно-транспортным аппаратом из комплекта стержневого военно-полевого (КСВП). В ходе эвакуации авиационным санитарным транспортом получал инфузионную, антикоагулянтную и антибактериальную терапию. Через 36 ч. после ранения пациент доставлен в клинику.

По шкале ВПХ-СП общее состояние раненого при поступлении оценивалось как средней степени тяжести (19 баллов). Тяжесть ранения по шкале ВПХ-П (ОР) расценена как тяжелая (6,6 баллов) [12]. По шкале AIS (Abbreviated Injury Scale — сокращенная шкала повреждений) тяжесть повреждения составила 3 балла (значительная, но не угрожающая жизни) [13]. По классификации открытых переломов Gustilo–Anderson перелом отнесен к степени 3B [14]. Размер дефекта большеберцовой кости составил 8 см, отнесен к 3 типу по классификации SoFCOT (Французского общества ортопедов и травматологов) [15].

Местный статус пациента при поступлении: правая голень фиксирована аппаратом внешней фиксации КСВП, аппарат стабилен, признаков воспаления кожных покровов вокруг стержней не выявлено. Подошвенное сгибание в правом голеностопном суставе ограничено, тыльное разгибание отсутствует. На передней поверхности правой голени в средней трети визуализируется рвано-ушибленная рана размерами 17×14 см с незначительным серозно-геморрагическим отделяемым, дном раны являются поврежденные малоберцовые мышцы, мышцы разгибателей стопы и большеберцовая кость. Посередине раны имеется участок сохраненной кожи шириной 2 см. Отсутствует пульсация артерии тыла стопы, пульсация задней большеберцовой артерии определяется отчетливо. Признаков ишемии стопы нет (рис. 1).

После обследования и лечения в клинике через 3 дня выполнена операция: повторная ПХО раны голени, в ходе которой удалены нежизнеспособные фрагменты берцовых костей. Один из костных осколков, который не потерял связи с мягкими тканями, фиксирован винтом к дистальному отломку большеберцовой кости. С целью уменьшения размеров раны выполнены острое укорочение и ангуляция голени. Преднамеренная угловая деформация голени составила 24°, укорочение — до 8 см. В ходе укорочения определяли адекватность кровотока в дистальных отделах конечности с использованием доплерографии и пульсоксиметра. На оставшиеся раневые дефекты наложена система вакуумного дренирования (рис. 2).

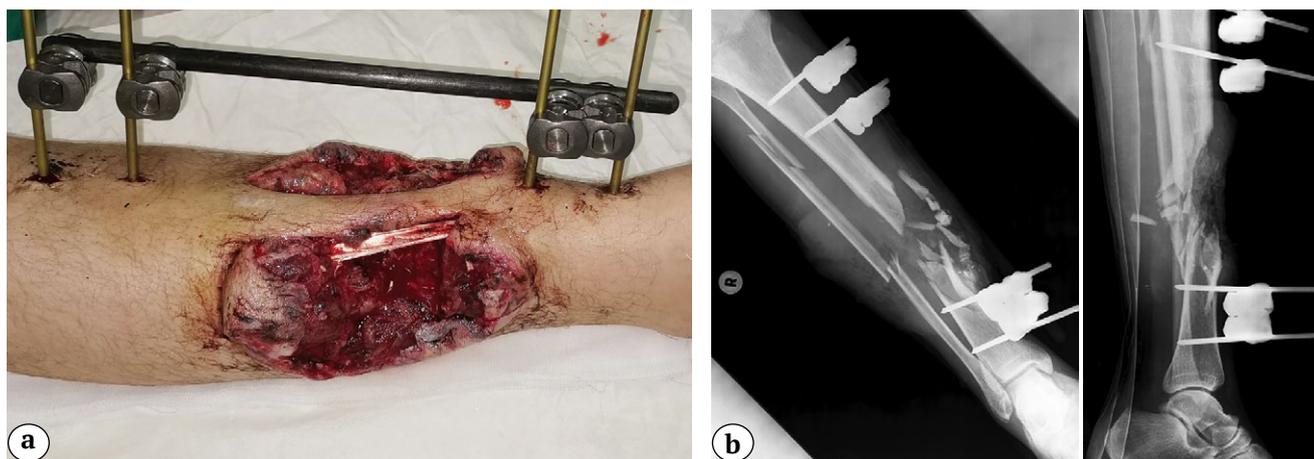


Рис. 1. Внешний вид (а) и рентгенограммы правой голени в прямой и боковой проекциях (b) раненого при поступлении в клинику: огнестрельные переломы большеберцовой и малоберцовой костей, фиксация аппаратом КСВП (по два стержня в каждом отломке)

Figure 1. View (a) and X-rays of the patient's right lower leg in frontal and lateral projections (b) upon admission to the clinic: gunshot fractures of the tibia and fibula, fixation with the MFRK device (2 rods in each fragment)

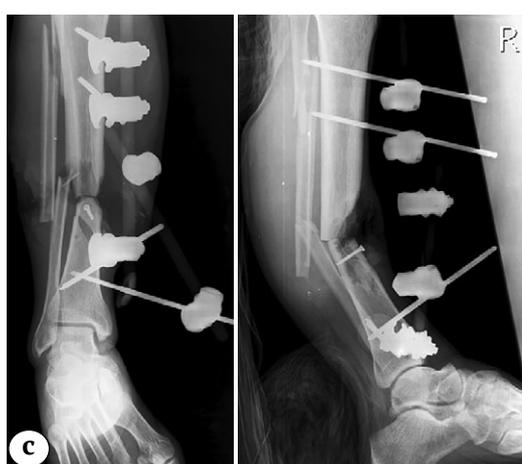
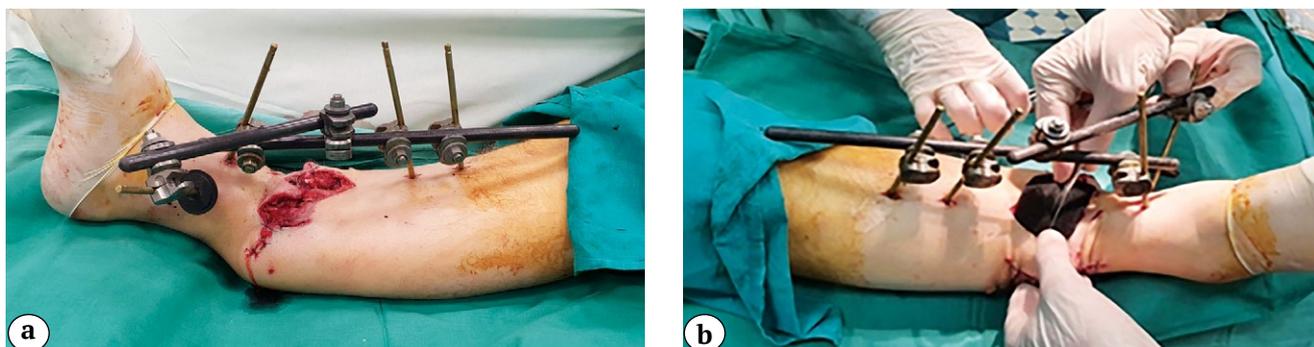


Рис. 2. Вид и рентгенограммы правой голени после повторной ПХО:
а — голень фиксирована аппаратом КСВП на 4 стержнях в положении укорочения и преднамеренной рекурвации, размер раны уменьшился;
b — в рану уложена полиуретановая губка;
с — рентгенограммы голени в прямой и боковой проекциях, угол рекурвации составил 24°

Figure 2. View and X-rays of the right lower leg after repeated debridement:
a — the lower leg is fixed using the MFRK device with 4 rods in the position of shortening and deliberate recurvation, the wound size has decreased;
b — a polyurethane sponge is placed in the wound;
c — X-rays of the lower leg in frontal and lateral projections, the recurvation angle was 24°

Через 8 дней с момента поступления в клинику в результате лечения раны очистились, появились грануляции. Выполнен перемонтаж стержневого аппарата, закрытие раневого дефекта мягких тканей местными тканями и расщепленным кожным аутотрансплантатом (рис. 3).

На 15-е сут. после приживления трансплантата выполнена операция: частичное удаление стержневого аппарата, в каждом отломке оставлено по одному стержню с целью сохранения положения голени, фиксация большеберцовой кости шарнирно-дистракционным аппаратом Илизарова (рис. 4, 5).



Рис. 3. Внешний вид конечности после закрытия дефекта кожи

Figure 3. View of the lower extremity after closure of the skin defect



Рис. 4. Вид конечности на 1-е сут. после операции: правая голень фиксирована шарнирно-дистракционным аппаратом Илизарова

Figure 4. View of the lower extremity on the 1st day after surgery: the right lower leg is fixed with the Ilizarov hinged-distraction apparatus

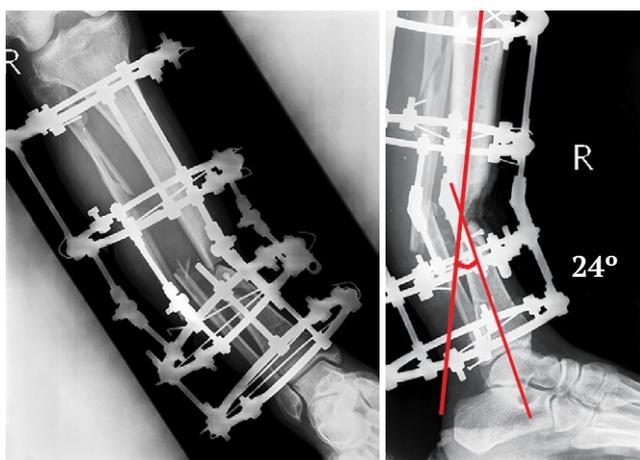


Рис. 5. Рентгенограммы голени в прямой и боковой проекциях после фиксации шарнирно-дистракционным аппаратом Илизарова, угол recurvation составил 24°

Figure 5. X-rays of the lower leg in frontal and lateral projections after fixation with the Ilizarov hinged-distraction apparatus, the recurvation angle was 24°

В течение следующих 8 дней выполнено устранение ангуляции голени с последующей кортикотомией большеберцовой кости в верхней трети (рис. 6). Через 30 дней начата дозированная тракция в аппарате в зоне остеотомии с целью устранения укорочения методом Илизарова (темп дистракции 1 мм в сутки).

Через 3 мес. длина голени была восстановлена (рис. 7). Так как сохранялся дефект по передней поверхности большеберцовой кости, выполнено формирование краевого «отщеп» от перемещенного фрагмента с целью замещения дефекта (так называемая маргинальная пластика) (рис. 8).

Через 4,5 мес. достигнут контакт «отщеп» с дистальным отломком (рис. 9 а), а через 7,5 мес. отмечена хорошая перестройка регенерата (рис. 9 б).

Раненый постоянно находился под наблюдением специалистов клиники для оценки результатов лечения, определения дальнейшей тактики ведения пострадавшего, направления его на медицинскую реабилитацию и санаторно-курортное лечение.

Через 14 мес. с момента ранения аппарат Илизарова был демонтирован (рис. 10). Анатомо-функциональный результат оценен через 18 мес. после ранения как хороший — 83 балла по шкале Neer–Grantham–Shelton [16]. Пациент ходит без дополнительных средств опоры, продолжает исполнять обязанности военной службы в соответствии с занимаемой должностью. Отсутствует тыльное сгибание правой стопы (рис. 10).

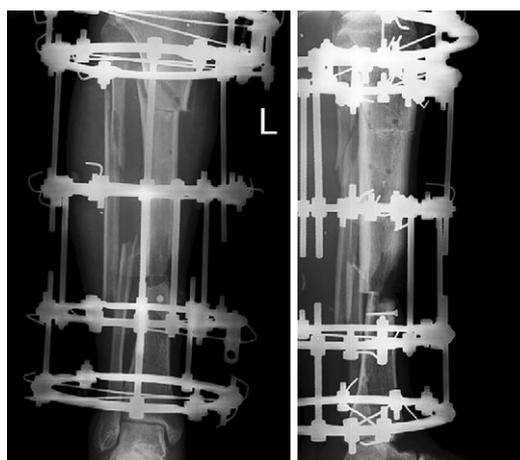


Рис. 6. Рентгенограммы голени в прямой и боковой проекциях после остеотомии большеберцовой кости в верхней трети

Figure 6. X-rays of the lower leg in frontal and lateral projections after osteotomy of the upper third of the tibia

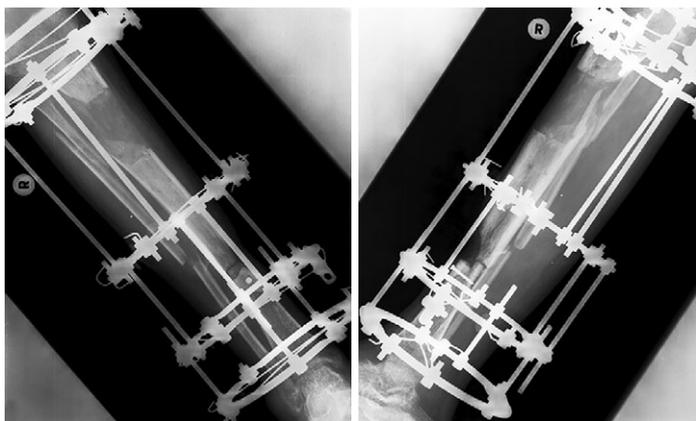


Рис. 7. Рентгенограммы голени в прямой и боковой проекциях после восстановления длины конечности: созревающий регенерат большеберцовой кости

Figure 7. X-rays of the lower leg in frontal and lateral projections after restoration of limb length: maturing tibial regenerate

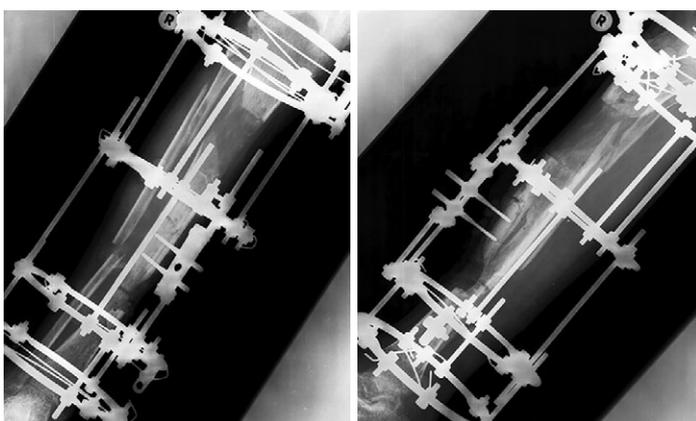


Рис. 8. Рентгенограммы голени в прямой и боковой проекциях после формирования краевого «отщеп» большеберцовой кости

Figure 8. X-rays of the lower leg in frontal and lateral projections after the formation of the marginal “split” of the tibia

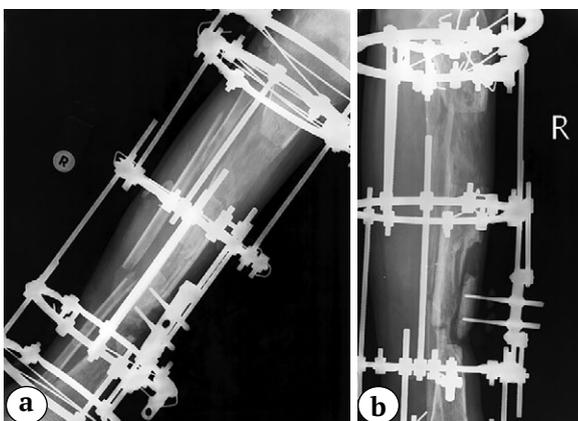


Рис. 9. Рентгенограммы голени пациента в прямой и боковой проекциях в аппарате Илизарова из четырех колец: а — определяется контакт «отщеп» с дистальным отломком большеберцовой кости; б — определяется перестроившийся костный регенерат большеберцовой кости в верхней трети

Figure 9. X-rays of the patient’s lower leg in frontal and lateral projections in the Ilizarov apparatus with 4 rings: a — the contact between the “split” and distal fragment of the tibia is determined; b — the reconstructed bone regenerate of the tibia in the upper third is determined



Рис. 10 (а). Рентгенограммы и внешний вид пациента через 18 мес. после ранения: а — рентгенограммы голени в прямой и боковой проекциях — можно видеть перестроившийся костный регенерат в верхней трети и сросшийся перелом в нижней трети большеберцовой кости, сросшийся перелом малоберцовой кости

Figure 10 (a). X-rays and the appearance of the wounded 18 months after the injury: a — X-rays of the lower leg in frontal and lateral projections — a rebuilt bone regenerate in the upper third and a healed fracture in the lower third of the tibia, a healed fracture of the fibula are noted



Рис. 10 (b). Рентгенограммы и внешний вид пациента через 18 мес. после ранения:
b — функциональный результат лечения

Figure 10 (b). X-rays and the appearance of the wounded 18 months after the injury:
b — functional result of treatment

ОБСУЖДЕНИЕ

В источниках литературы имеется достаточно сведений о том, что методика острого укорочения конечности является одним из способов замещения дефектов мягких тканей. Этот способ позволяет выполнить первичное закрытие обширной раны с последующей реконструкцией формы конечности при помощи аппаратов внешней фиксации и значительно снижает необходимость применения микрохирургических операций [8]. На сегодняшний день для обозначения примененной методики применяются разнообразные термины – острое укорочение, первичное укорочение, острая деформация, угловое укорочение, преднамеренная временная деформация, преднамеренная деформация, намеренное временное укорочение и деформация, укорочение с ангуляцией и ротацией и т.д. [17, 18]. Мы согласны с K. Plotnikovs с соавторами, предлагающими единый термин – «создание искусственной деформации» (artificial deformity creation, ADCr), который может включать различные варианты укорочения, ангуляции и вращения сегмента конечности, отдельно или в сочетании [9].

Острое укорочение с помощью аппарата Илизарова может применяться для лечения открытых переломов большеберцовой кости, осложненных дефектом мягких тканей. С. Sen с соавторами в своей работе сообщили о 23 из 24 пациентов с хорошими и отличными функциональными результатами, при этом у всех 24 пациентов были отмечены признаки сращения костей в соответствии с классификацией D. Paley [19].

Было опубликовано несколько работ, посвященных проблеме лечения пациентов с дефектами костной и мягких тканей с использованием методик острого укорочения в сочетании с преднамеренным формированием угловой деформации

сегмента конечности [20, 21, 22]. K.G. Bundgaard и K.S. Christensen описали случай хирургического лечения пациента с дефектом большеберцовой и малоберцовой костей на протяжении 9 и 3 см соответственно с дефектом мягких тканей размерами 10×15 см, расположенным в проекции переднего и латерального фасциальных футляров, на фоне инфицирования раны золотистым стафилококком. Пациенту был наложен аппарат внешней фиксации Илизарова и устранен дефект кости за счет острого укорочения на 3 см с формированием последующей постепенной деформации с углом, открытым кпереди, до контакта проксимального и дистального краев раны. Вторым этапом были выполнены остеотомия большеберцовой кости в верхней трети, костный транспорт и постепенное устранение деформации. Аппарат Илизарова был удален через год. Авторы сообщают, что описанная методика позволяет устранить костный дефект путем дистракционного остеогенеза, а дефект мягких тканей, в том числе и мышечной – путем дистракционного гистиогенеза [20].

A. Lerner с соавторами сообщили о применении методики острого укорочения с использованием аппарата Илизарова для лечения тяжелых поражений костей и дефектов мягких тканей. У всех 12 пациентов были открытые переломы типа IIIВ по классификации Gustilo–Anderson со средней потерей костной массы 7,9 см и средним баллом 6,7 по шкале тяжести травмы конечностей (Mangled Extremity Severity Score – MESS) [23]. Всем пациентам было выполнено острое укорочение сегмента, а трем пациентам дополнительно – деформация с углом в области перелома от 50 до 60°, открытым кпереди, чтобы минимизировать имеющийся дефект костной и мягких тканей. Одному из этих трех пациентов потребовалось выполнение пластики несвободным кожным лоску-

том, а двум пациентам — расщепленным кожным аутотрансплантатом. После заживления ран авторы проводили коррекцию деформации в течение еще 3 нед. [21].

Таким образом, одним из лучших устройств, используемых на сегодняшний день для исправления искусственно созданных деформаций, является аппарат Илизарова. Само по себе острое укорочение приводит к формированию простой одноплоскостной деформации, тогда как дополнительная ангуляция формирует двухплоскостную двухкомпонентную деформацию, а именно укорочение и угловую деформацию в двух плоскостях. Если к осевому укорочению и ангуляции прибавляется вращательная составляющая, создается сложная многокомпонентная многоплоскостная деформация. Метод Илизарова позволяет корректировать каждый компонент деформации. Каждый этап коррекции требует контрольного рентгенологического обследования, подтверждающего его эффективность [9, 24]. Одним из путей решения проблемы комплексной коррекции деформаций, возникающих после закрытия дефекта мягких тканей по методике создания искусственной деформации, является использование циркулярных фиксаторов-гексаподов [11, 18, 25].

S.J. Nho с соавторами описали хирургическую технику укорочения сегмента конечности путем создания острой угловой деформации при лечении несращения на фоне хронического инфекционного процесса и персистирующей глубокой раневой инфекции. Выполнение острого укорочения позволило исключить необходимость дальнейшей реконструкции мягких тканей. В наблюдении, представленном в этой работе, выполнение только острого укорочения было недостаточным для закрытия раны. При формировании дополнительного компонента деформации края раны были сведены без натяжения. Как только рана зажила, аппарат Илизарова/Taylor был скорректирован для восстановления длины и устранения угловой деформации. Способность аппарата Taylor корректировать сложную деформацию особенно полезна при лечении пациентов с рассматриваемой патологией [25].

K. Plotnikovs с соавторами проанализировали данные литературы по проблеме использования острого укорочения при открытых переломах костей голени с дефектом мягких тканей и разделили исследования на две группы. В одной группе авторы статей при острой травме применяли методики острого укорочения, комбинации острого укорочения и дальнейшего постепенного укорочения, острого укорочения и ангуляции, а также сочетание острого укорочения, ангуляции и вращения при острой травме. Другая группа авторов

применяла метод острого укорочения при лечении пациентов с инфекционными осложнениями последствий травм. Для коррекции полученной деформации наиболее часто авторами был использован аппарат Илизарова, реже — пространственная система гексапода Taylor (Taylor Spatial Frame — TSF). Гораздо реже выполняли коррекцию с использованием различных типов молатеральных аппаратов внешней фиксации. В группе пациентов с инфекционными осложнениями наиболее часто применяли аппарат Илизарова, реже — гексапод Taylor. Лишь двумя авторами для коррекции деформации были использованы молатеральные аппараты внешней фиксации. В обзоре также было отмечено, что предел острого укорочения должен определяться состоянием мягких тканей и сосудистым статусом поврежденной конечности. С целью контроля безопасности острого укорочения рекомендовано использовать интраоперационную доплерографию и мониторинг кровотока в дистальных отделах сосудов конечности (*a. dorsalis pedis* и *a. tibialis posterior*) или пульсоксиметрию на большом пальце ноги. По данным ряда авторов, максимально острое укорочение, проводимое в один этап, составило 3 см. При анализе работ было выявлено, что размеры костного дефекта в группе пациентов с острой травмой составляли от 1 до 22 см, от 1 до 14 см — в группе пациентов с последствиями травм. Суммарное время фиксации в аппарате (включая первичную фиксацию, коррекцию деформации и консолидацию) при острой травме колебалось от 2–3 до 53 мес. При лечении пациентов с инфекционными осложнениями травм этот срок варьировал от 3 до 16 мес. В обеих группах авторами было отмечено снижение потребности в микрохирургическом вмешательстве, а именно в использовании свободных лоскутов при применении методики острого укорочения для закрытия обширных дефектов мягких тканей [9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленное нами клиническое наблюдение демонстрирует, что острое укорочение сегмента конечности с формированием искусственной угловой деформации является эффективной методикой временного закрытия огнестрельного дефекта мягких тканей. Данная методика позволила закрыть критический мягкотканый дефект голени, восстановить анатомию (длину) сегмента и, как следствие, добиться удовлетворительных результатов лечения и восстановления функций поврежденной конечности. Кроме того, техника острого временного укорочения исключила потребность в технически сложных и длительных микрохирургических реконструкциях, связанных с перемещением лоскута для закрытия дефектов мягких тканей в области огнестрельного перелома.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**Заявленный вклад авторов**

Хоминец В.В. — концепция и дизайн исследования.

Михайлов С.В. — сбор, анализ и интерпретация данных, редактирование текста рукописи.

Шукин А.В. — анализ и интерпретация данных, редактирование текста рукописи.

Нагорный Е.Б. — анализ и интерпретация данных, поиск и анализ публикаций, написание текста рукописи.

Жумагазиев С.Е. — сбор, анализ и интерпретация данных, написание текста рукописи.

Цой Д.Р. — сбор, анализ и интерпретация данных, поиск и анализ публикаций.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

Источники финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Возможный конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Этическая экспертиза. Не применима.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациента на публикацию медицинских данных и изображений.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Хоминец В.В., Шаповалов В.М., Михайлов С.В., Брижань Л.К. Совершенствование лечебно-эвакуационных мероприятий в современных локальных войнах. В кн.: Лечение раненных в конечности в войнах и вооруженных конфликтах. Санкт-Петербург: Историческая иллюстрация; 2021. с. 40-64. Khominets V.V., Shapovalov V.M., Mikhailov S.V., Brizhan L.K. Improving medical and evacuation measures in modern local wars. In: Treatment of wounded limbs in wars and armed conflicts. St. Petersburg: Istoricheskaya illyustraciya; 2021. p. 40-64. (In Russian).
- Grubor P., Falzarano G., Medici A., Grubor M., Franzese R., Errico G. et al. The Damage Control Orthopedics and External Fixation in traffic accident after 20 Years in the Bosnian War: Our Experience and a Review of the Literature. *SYLWAN*. 2014;158(6):90-109.
- Волгас Д.А., Хардер И. Методы хирургического шва и укрытия ран. В кн.: *Мягкие ткани в травматологии. Принципы обращения и клинические случаи*. Берлин: Васса-медиа; 2016. с.126-201. Volgas D.A., Kharder I. Methods of surgical suture and wound coverage. In: *Soft tissues in traumatology. Treatment principles and clinical cases*. Berlin: Vassa-media; 2016. p.126-201. (In Russian).
- Liu H., Liu J., Wu Y., Ma Y., Zhou M., Xue Y. et al. Analysis of the Risk Factors for Free Flap Necrosis in Soft Tissue Reconstruction of the Lower Limbs. *Orthop Surg*. 2023;15(6):1534-1540. doi: 10.1111/os.13727.

DISCLAIMERS**Author contribution**

Khominets V.V. — study concept and design.

Mikhailov S.V. — data acquisition, data analysis and interpretation, editing the manuscript.

Schukin A.V. — data analysis and interpretation, editing the manuscript.

Nagornyi E.B. — data analysis and interpretation, literature search and review, drafting the manuscript.

Zhumagaziev S.E. — data acquisition, data analysis and interpretation, drafting the manuscript.

Tsoy D.R. — data acquisition, data analysis and interpretation, literature search and review.

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Disclosure competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Ethics approval. Not applicable.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

- Крюков Е.В., Давыдов Д.В., Хоминец В.В., Кудяшев А.Л., Брижань Л.К., Кульнев С.В. Этапное лечение раненных с повреждениями опорно-двигательной системы в современном вооруженном конфликте. *Военно-медицинский журнал*. 2023;344(3):4-17. doi: 10.52424/00269050_2023_344_3_4. Kryukov E.V., Davydov D.V., Khominets V.V., Kudyashev A.L., Brizhan L.K., Kulnev S.V. Staged treatment of the wounded with injuries of the musculoskeletal systems in modern armed conflict. *Military Medical Journal*. 2023;344(3):4-17. (In Russian). doi: 10.52424/00269050_2023_344_3_4.
- Самохвалов И.М., Крюков Е.В., Маркевич В.Ю., Бадалов В.И., Чуприна А.П., Петров А.Н. и др. Десять хирургических уроков начального этапа военной операции. *Военно-медицинский журнал*. 2023;334(4):4-10. doi: 10.52424/00269050_2023_344_4_4. Samokhvalov I.M., Kryukov E.V., Markevich V.Yu., Badalov V.I., Chuprina A.P., Petrov A.N. et al. Ten surgical lessons of the initial stage of a military operation. *Military Medical Journal*. 2023;334(4):4-10. (In Russian). doi: 10.52424/00269050_2023_344_4_4.
- Jones C.M., Roberts J.M., Sirlin E.A., Cavanaugh G.A., Anagnostakos J.P., Hauck R.M. et al. Acute limb shortening or creation of an intentional deformity to aid in soft tissue closure for IIIB/IIIC open tibia fractures. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2021;74(11):2933-2940. doi: 10.1016/j.bjps.2021.03.105.
- Robert Rozbruch S., Weitzman A.M., Tracey Watson J., Freudigman P., Katz H.V., Ilizarov S. Simultaneous treatment of tibial bone and soft-tissue defects with the Ilizarov method. *J Orthop Trauma*. 2006;20(3):197-205. doi: 10.1097/00005131-200603000-00006.

9. Plotnikovs K., Movcans J., Solomin L. Acute Shortening for Open Tibial Fractures with Bone and Soft Tissue Defects: Systematic Review of Literature. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2022;17(1):44-54. doi: 10.5005/jp-journals-10080-1551.
10. Lerner A., Reis N.D. Definitive Skeletal Reconstruction: Conversion to the Ilizarov Method. In: Lerner A., Soudry M. (eds.) *Armed Conflict Injuries to the Extremities. A Treatment Manual.* Springer Berlin: Heidelberg; 2011. p. 233-278.
11. Pierre S.N., Beltran M.J. Acute shortening and angulation for complex open fractures: an updated perspective. *OTA Int.* 2023;6(4 Suppl):e245. doi: 10.1097/OI9.0000000000000245.
12. Гуманенко Е.К., Бояринцев В.В., Супрун Т.Ю., Ляшедько П.П. Объективная оценка тяжести травм. Санкт-Петербург; 1999. с. 3-5. Gumanenko E.K., Boyarintsev V.V., Suprun T.Yu., Lyashedko P.P. Objective estimation of injury severity. St. Petersburg; 1999. p. 3-5. (In Russian).
13. Rating the severity of tissue damage. I. The abbreviated scale. *JAMA.* 1971;215(2):277-280. doi: 10.1001/jama.1971.03180150059012.
14. Gustilo R.B., Anderson J.T. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58(4):453-458.
15. Mathieu L., Mourtiolon R., Durand M., de Rousiers A., de l'Escalopier N., Collombet J.M. Masquelet technique in military practice: specificities and future directions for combat-related bone defect reconstruction. *Mil Med Res.* 2022;9(1):48. doi: 10.1186/s40779-022-00411-1.
16. Neer C.S. 2nd, Grantham S.A., Shelton M.L. Supracondylar fracture of the adult femur. A study of one hundred and ten cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1967; 49(4):591-613.
17. Hernández-Irizarry R., Quinnan S.M., Reid J.S., Toney C.B., Rozbruch S.R., Lezak B. et al. Intentional Temporary Limb Deformation for Closure of Soft-Tissue Defects in Open Tibial Fractures. *J Orthop Trauma.* 2021;35(6):e189-e194. doi: 10.1097/BOT.0000000000001988.
18. Lahoti O., Findlay I., Shetty S., Abhishetty N. Intentional deformation and closure of soft tissue defect in open tibial fractures with a taylor spatial frame – a simple technique. *J Orthop Trauma.* 2013;27(8):451-456. doi: 10.1097/BOT.0b013e318284727a.
19. Sen C., Kocaoglu M., Eralp L., Gulsen M., Cinar M. Bifocal compression-distraction in the acute treatment of grade III open tibia fractures with bone and soft-tissue loss: a report of 24 cases. *J Orthop Trauma.* 2004;18(3):150-157. doi: 10.1097/00005131-200403000-00005.
20. Bundgaard K.G., Christensen K.S. Tibial bone loss and soft-tissue defect treated simultaneously with Ilizarov-technique – a case report. *Acta Orthop Scand.* 2000;71(5):534-536. doi: 10.1080/000164700317381306.
21. Lerner A., Fodor L., Soudry M., Peled I.J., Herer D., Ullmann Y. Acute shortening: modular treatment modality for severe combined bone and soft tissue loss of the extremities. *J Trauma.* 2004;57(3):603-608. doi: 10.1097/01.ta.0000087888.01738.35.
22. Lerner A., Fodor L., Stein H., Soudry M., Peled I.J., Ullmann Y. Extreme bone lengthening using distraction osteogenesis after trauma: a case report. *J Orthop Trauma.* 2005;19(6):420-424. doi: 10.1097/01.bot.0000177388.05060.a4.
23. Johansen K., Daines M., Howey T., Helfet D., Hansen S.T. Jr. Objective criteria accurately predict amputation following lower extremity trauma. *J Trauma.* 1990;30(5): 568-572. doi: 10.1097/00005373-199005000-00007.
24. Manner H.M., Huebl M., Radler C., Ganger R., Petje G., Grill F. Accuracy of complex lower-limb deformity correction with external fixation: a comparison of the Taylor Spatial Frame with the Ilizarov ring fixator. *J Child Orthop.* 2007;1(1):55-61. doi: 10.1007/s11852-006-0005-1.
25. Nho S.J., Helfet D.L., Rozbruch S.R. Temporary intentional leg shortening and deformation to facilitate wound closure using the Ilizarov/Taylor spatial frame. *J Orthop Trauma.* 2006;20(6):419-424. doi: 10.1097/00005131-200607000-00010.

Сведения об авторах

✉ Жумагазиев Саян Елемесьевич — канд. мед. наук
 Адрес: Россия, 194044, г. Санкт-Петербург,
 ул. Академика Лебедева, д. 6
<https://orcid.org/0000-0002-5169-2022>
 e-mail: shumagasiev@mail.ru

Хоминец Владимир Васильевич — д-р мед. наук,
 профессор
<https://orcid.org/0000-0001-9391-3316>
 e-mail: khominets_62@mail.ru

Михайлов Сергей Владимирович — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-3738-0639>
 e-mail: msv06@mail.ru

Шукин Алексей Вячеславович — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0001-7754-8478>
 e-mail: ossa.76@mail.ru

Нагорный Евгений Борисович — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0003-2132-4429>
 e-mail: 9099744@gmail.com

Цой Данил Родионович
<https://orcid.org/0009-0007-3354-4644>
 e-mail: tsoydanil@mail.ru

Authors' information

✉ Sayan E. Zhumagaziev — Cand. Sci. (Med.)
 Address: 6, St. Petersburg, Akademika Lebedeva st.,
 194044, Russia
<https://orcid.org/0000-0002-5169-2022>
 e-mail: shumagasiev@mail.ru

Vladimir V. Khominets — Dr. Sci. (Med.), Professor
<https://orcid.org/0000-0001-9391-3316>
 e-mail: khominets_62@mail.ru

Sergey V. Mikhailov — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-3738-0639>
 e-mail: msv06@mail.ru

Alexey V. Shchukin — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0001-7754-8478>
 e-mail: ossa.76@mail.ru

Evgenii B. Nagornyi — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0003-2132-4429>
 e-mail: 9099744@gmail.com

Danil R. Tsoy
<https://orcid.org/0009-0007-3354-4644>
 e-mail: tsoydanil@mail.ru